

PENGUJIAN KETELITIAN KWH METER ANALOG DAN KWH METER DIGITAL MENGGUNAKAN BEBAN INDUKTIF



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

MUHAMAD PANJI PANUNTUN

D 400 140 013

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGUJIAN KETELITIAN KWH METER ANALOG DAN KWH METER
DIGITAL MENGGUNAKAN BEBAN INDUKTIF**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

MUHAMAD PANJI PANUNTUN

D 400 140 013

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing

acc 21/1/2018



Aris Budiman S.T., M.T

NIK.885

HALAMAN PENGESAHAN

PENGUJIAN KETELITIAN KWH METER ANALOG DAN KWH METER DIGITAL MENGGUNAKAN BEBAN INDUKTIF

OLEH

MUHAMAD PANJI PANUNTUN

D 400 140 013

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas TEKNIK

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Selasa, 30 Februari 2018

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Aris Budiman, S.T, M.T

(Ketua Dewan Penguji)

2. Agus Supardi, S.T, M.T

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Umar, S.T, M.T

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)

Dekan,



H. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 6 Februari 2017

Penulis



Muhamad Panji Panuntun

D 400 140 013

PENGUJIAN KETELITIAN KWH METER ANALOG DAN KWH METER DIGITAL MENGGUNAKAN BEBAN INDUKTIF

Abstrak

KWh Meter adalah alat yang digunakan untuk menghitung dan mengukur seberapa besar konsumsi listrik. Terdapat dua jenis *kilowatt hour* meter atau kWh meter yang digunakan yaitu kWh meter analog dan kWh meter digital. Daya yang digunakan konsumen dihitung oleh kWh meter per satuan jam dan akan dicatat otomatis oleh pihak PT.PLN menggunakan kWh meter. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui berapa tingkat ketelitian kWh meter analog maupun digital dengan cara dibebani menggunakan beban motor induksi 1 fasa sebagai beban induktif faktor daya < 1 antara 0,8-0,1 nilai positif. KWh meter digital dan kWh meter analog ini memiliki ketelitian yang berbeda. Untuk mengetahui perbedaan ketelitian dilakukan sebuah pengujian untuk membuktikan perbedaan ketelitian dan diperoleh hasil kWh meter analog 1 sebagai kWh meter paling besar rata-rata kesalahan baca sebesar 32,8 % dengan kesalahan baca lebih dari 50 % sebanyak 7 kali, sedangkan kWh meter analog 2 sebesar 27,9 % dan kWh meter digital menjadi kWh meter dengan ketelitian terbaik dalam penelitian ini dengan rata-rata kesalahan baca 27,5 %.

Kata Kunci: beban induktif, kesalahan baca, ketelitian, kWh meter.

Abstract

KWh Meter is a tool used to calculate and measure how much electricity consumption. There are two types of kilowatt hour meters or kWh meters that are used ie kWh meter analog and kWh meter digital. The power consumed by consumers is calculated by kWh meter per hour unit and will be automatically recorded by PT.PLN viewer using kWh meter. The purpose of this research is to know the level of accuracy of analog and digital kWh meter by being loaded using 1 phase induction motor load as inductive load power factor < 1 range 0,8-0,1 positive variable. KWh meter digital and kWh meter analog has a different accuracy. To know the difference of ketelitian conducted a test to prove the difference of accuracy and obtained the results of kWh meter analog 1 as the largest kWh meter average reading error of 32.8% error read more than 50 % as much as 7 times, while kWh meter analog 2 for 27, 9% and kWh digital meters to kWh meters with the best accuracy in this study with an average error rate of 27.5%.

Keywords: inductive, error read, accuracy, kWh meter.

1. PENDAHULUAN

Energi Listrik saat ini sudah menjadi kebutuhan pokok untuk kehidupan masyarakat umum maupun kalangan industri. Tidak bisa kita pungkiri dan harus disadari semua kegiatan masyarakat membutuhkan energi listrik untuk keperluan rumah seperti memasak nasi, setrika, tv, kulkas, dan lain-lain. Sistem kelistrikan yang digunakan pada rumah tangga pada umumnya memakai listrik arus bolak-balik 1 fasa dan pada industri memerlukan sistem arus bolak-balik 3 fasa untuk melayani beban menggunakan listrik 3 fasa. KWh meter digunakan untuk mengukur dan mencatat seberapa besar pemakaian energi pada sebuah rumah, maupun perkantoran, perhotelan dan industri. Konsumsi

energi yang digunakan akan dihitung dan dicatat secara otomatis oleh pihak PT.PLN dengan menggunakan kWh meter. kWh meter memberikan informasi *real time* tingkat konsumsi energi dalam rumah dan energi merupakan konsekuensi yang tak terlihat dari hasil aktifitas dalam suatu rumah (Lian Stankovic, 2016). kWh meter 1 phase akan mencatat pemakaian energi pada konsumen yang memakai jaringan listrik AC 220 volt (Boromeus Sakti, 2008).

Datangnya kWh meter digital menjadi topik baru dalam sistem instalasi listrik. Secara umum sistem metering energi listrik sama seperti kalkulator dengan fungsi integrasi perkalian, pengurangan dan lain-lain (Meng Xiangfu, 2012). kWh meter analog dengan sistem medan magnet dan kWh meter digital menggunakan mikrokontroler. kWh meter digital dengan sistem mikrokontroler kualitasnya menjadi persoalan, apakah kWh meter digital ini membawa keuntungan atau malah sebaliknya membawa kerugian bagi konsumen yang menggunakan layanan listrik dari PT. PLN yang menggunakan sistem prabayar kWh meter digital. Faktor daya dari beban mempengaruhi jumlah energi yang dibaca kWh meter. Faktor daya merupakan rasio dari KW dan KVA yang dikonsumsi oleh beban dimana KW adalah daya nyata dan KVA adalah daya semu/reaktif dari jenis beban induktif (M. Nagarajan, K.V Kandasamy, 2012).

Masyarakat masih meragukan kWh meter digital akan keandalan dan tingkat ketelitian dari pembacaan kWh meter digital. Maka dari itu diperlukan sebuah pembuktian yang mampu menjawab pertanyaan-pertanyaan masyarakat mengenai tingkat ketelitian kWh meter digital. Dengan ini penulis mencoba melakukan pengujian akurasi kWh meter dengan cara membandingkan hasil pembacaan antara kWh meter analog dengan kWh meter digital. Hasil dari penelitian ini dapat disampaikan kepada pihak yang bersangkutan seperti PT. PLN, masyarakat, industri, dan pemerintah.

2. METODE

2.1 Penentuan Lokasi

Penentuan lokasi penelitian 3 lokasi yang menggunakan kWh meter digital yang beralamatkan :

- 1) Perumahan Malang Jiwan, Colomadu, Karanganyar.
- 2) Desa Kalisoro, Tawangmangu, Karanganyar, Jawa Tengah.
- 3) Warung Makan Pengkolan, Cemoro Kandang, Gondosuli, Tawangmangu.

2.2 Pengukuran dan Pengambilan Data

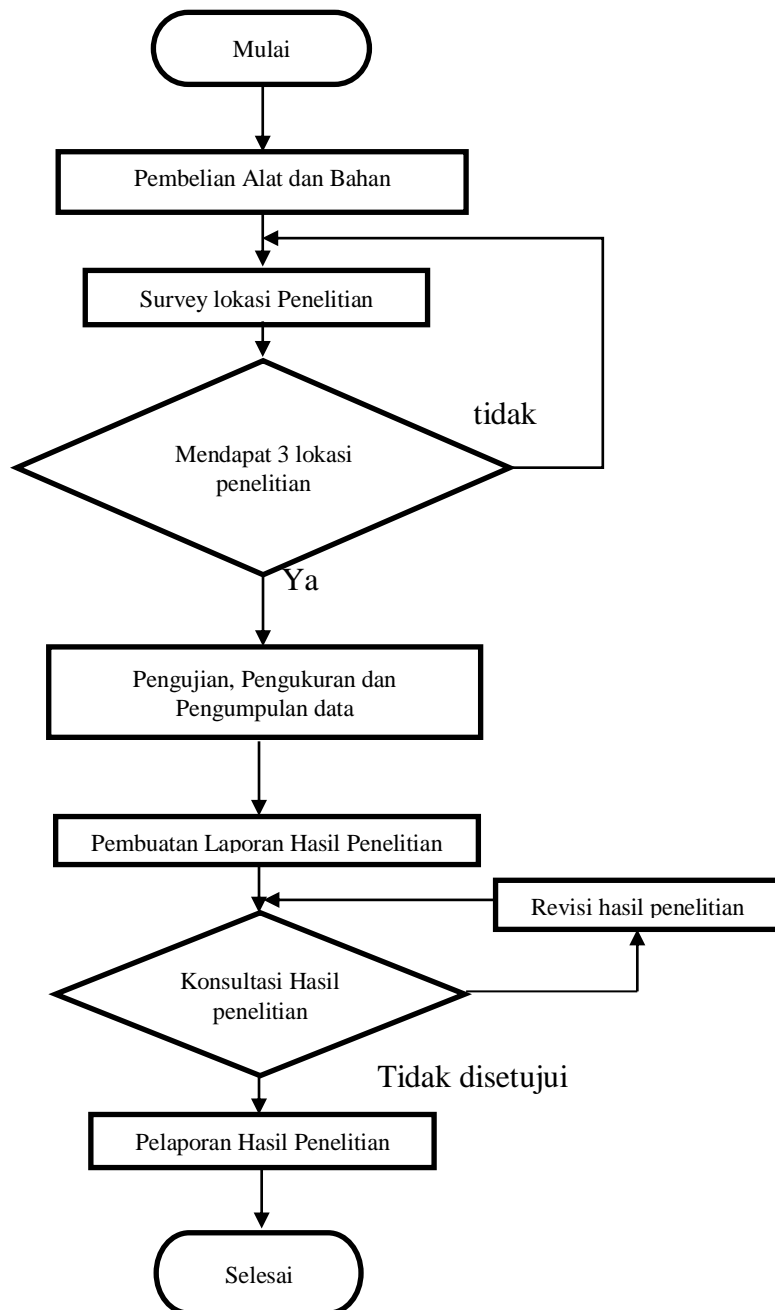
Pengukuran dan pengambilan data langkah pertama dengan pemasangan seri antara kWh meter digital dengan dua (2) buah kWh meter analog. kWh meter akan dibebani dengan beban induktif. Data yang akan diambil adalah penambahan pada kWh meter analog dan pengurangan pada kWh

meter digital. Penelitian ini dilakukan selama kurun waktu 1 bulan di tiga (3) lokasi penelitian yang berbeda. Digunakan kWh meter Analog dengan merek berbeda agar penelitian ini lebih objektif.

2.3 Hasil Penelitian

Hasil dari percobaan dari tiga (3) lokasi yaitu berupa tabel 1, tabel 2, dan tabel 3. Hasil tiga (3) tabel tersebut antara lain tabel perhitungan manual, tabel pembacaan kWh meter, dan tabel kesalahan baca. Luaran dari penelitian skripsi ini nantinya berupa artikel publikasi ilmiah.

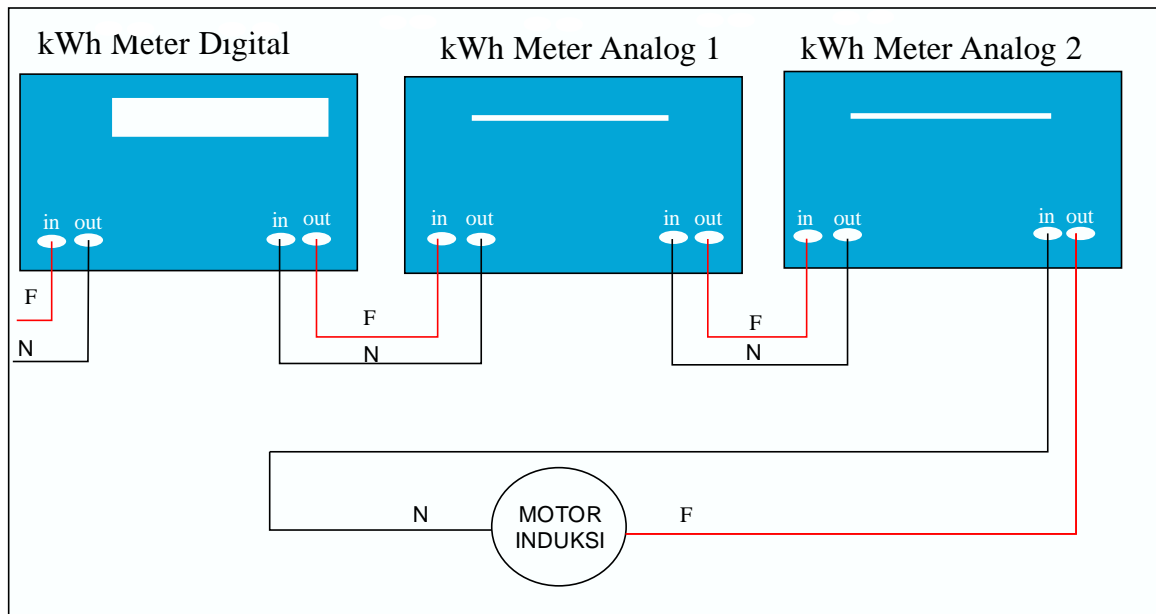
2.4 Alur penelitian



Gambar 1. Flowchart alur pelaksanaan penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

KWh meter analog dan kWh meter digital mempunyai tingkat kesalahan yang berbeda antara keduanya, hal ini dipengaruhi mulai dari merk, tahun pembuatan, dan jenis kWh meter tersebut. Dalam penelitian skripsi ini penulis mencoba mencari tahu tingkat keakurasian dari kedua kWh meter. Tingkat ketelitian kWh meter mempengaruhi persentase kesalahan baca.



Gambar 2. Rangkaian kWh meter hubung seri dengan beban

Perhitungan hasil pengukuran selama 30 (tiga puluh) menit dengan faktor daya beban induktif kurang dari 1 (satu) menggunakan rumus perhitungan daya sebagai berikut :

$$P = V \times I \times \cos \phi$$

$$\text{kWh} = P \times t$$

dimana :

$t = 30$ menit (lama waktu tiap percobaan)

Tabel 1. Hasil Perhitungan Manual

Rumah Ke-	Percobaan ke-	Tegangan (v)	Arus (A)	Cos ϕ	Waktu (Jam)	Daya (P)	Energi yang digunakan (KWh)
1	1	226.9	2.76	0.169	0.5	105.83	0.0529
	2	226.3	2.73	0.169	0.5	104.40	0.0522
	3	224.5	2.71	0.169	0.5	102.81	0.0514
	4	219.5	2.59	0.167	0.5	94.94	0.0474
	5	224.0	2.66	0.169	0.5	100.69	0.0503

Rumah Ke-	Percobaan ke-	Tegangan (v)	Arus (A)	Cos ϕ	Waktu (Jam)	Daya (P)	Energi yang digunakan (KWh)
1	6	224.1	2.70	0.167	0.5	101.04	0.0505
	7	223.9	2.69	0.170	0.5	102.32	0.0511
	8	224.7	2.69	0.167	0.5	100.94	0.0504
	9	225.0	2.71	0.168	0.5	102.43	0.0512
	10	220.7	2.62	0.164	0.5	94.83	0.0474
2	1	221.3	2.60	0.160	0.5	92.06	0.0460
	2	221.3	2.59	0.162	0.5	92.85	0.0464
	3	224.2	2.66	0.163	0.5	97.20	0.0486
	4	224.8	2.68	0.163	0.5	98.20	0.0491
	5	225.7	2.70	0.162	0.5	98.72	0.0493
	6	227.2	2.72	0.164	0.5	101.34	0.0506
	7	227.7	2.72	0.162	0.5	100.33	0.0501
	8	227.8	2.74	0.163	0.5	101.74	0.0508
	9	226.5	2.70	0.162	0.5	99.07	0.0495
	10	227.5	2.73	0.162	0.5	100.61	0.0503
3	1	182.1	1.90	0.151	0.5	52.24	0.0261
	2	181.3	1.88	0.149	0.5	50.78	0.0253
	3	181.6	1.88	0.150	0.5	50.86	0.0254
	4	179.6	1.86	0.150	0.5	50.10	0.0250
	5	183.4	1.91	0.148	0.5	51.84	0.0259
	6	183.9	1.92	0.148	0.5	52.25	0.0261
	7	181.8	1.88	0.151	0.5	51.60	0.0258
	8	185.4	1.95	0.150	0.5	54.22	0.0271
	9	179.2	1.85	0.148	0.5	49.06	0.0245
	10	179.5	1.85	0.150	0.5	49.81	0.0249

Tabel 1 merupakan hasil pembacaan alat ukur yang menampilkan energi yang yang digunakan beban meskipun dalam waktu yang relatif sama tapi menghasilkan daya yang berbeda. Hal ini dipengaruhi oleh tegangan dari sumber PLN yang tidak stabil dan faktor daya beban induktif yang tidak konstan. Hal tersebut juga mempengaruhi nilai arus yang menyebabkan perbedaan jumlah pemakaian daya pada tiap percobaan.

Tabel 2. hasil Pengukuran

Rumah Ke-	Percobaan Ke-	PengukuranKonsumsiEnergiMenggunakan KWH Meter						JumlahKonsumsiEnergi (KWh)		
		Digital		Analog 1		Analog 2		Digital	Analog 1	Analog 2
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir			
1	1	11,41	11,36	7,63	7,68	7,58	7,59	0,05	0,05	0,01
	2	11,36	11,3	77,69	7,74	7,59	7,6	0,05	0,05	0,01
	3	11,3	11,24	7,74	7,82	7,6	7,69	0,06	0,08	0,09
	4	11,24	11,19	7,82	7,82	7,69	7,73	0,05	0	0,09
	5	11,18	11,13	7,83	7,88	7,74	7,79	0,05	0,05	0,05
	6	11,12	11,07	7,88	7,93	7,79	7,84	0,05	0,05	0,05
	7	11,07	11,01	7,93	7,99	7,84	7,88	0,06	0,05	0,04
	8	11,01	10,95	7,99	8,09	7,88	7,93	0,06	0,1	0,05
	9	10,94	10,89	8,09	8,09	7,93	7,97	0,05	0	0,04
	10	10,88	10,85	8,09	8,14	7,97	8,02	0,05	0,05	0,05
2	1	44,95	44,89	8,15	8,17	8,02	8,01	0,06	0,03	-0,01
	2	44,89	44,83	8,17	8,21	8,01	8,05	0,06	0,04	0,04
	3	44,83	44,77	8,21	8,22	8,05	8,1	0,06	0,01	0,05
	4	44,77	44,71	8,22	8,32	8,1	8,14	0,06	0,1	0,04
	5	44,71	44,65	8,32	8,37	8,14	8,19	0,06	0,05	0,05
	6	44,65	44,58	8,37	8,43	8,19	8,23	0,07	0,06	0,04
	7	44,58	44,52	8,45	8,48	8,23	8,28	0,06	0,03	0,05
	8	44,52	44,49	8,48	8,53	8,28	8,33	0,03	0,05	0,05
	9	44,49	44,39	8,53	8,59	8,33	8,38	0,1	0,06	0,05
	10	44,39	44,34	8,59	8,63	8,38	8,43	0,05	0,04	0,05
3	1	8,07	8,04	8,6	8,6	8,43	8,43	0,03	0	0
	2	8,04	8	8,6	8,62	8,43	8,45	0,04	0,02	0,02
	3	8	7,97	8,62	8,65	8,45	8,48	0,03	0,03	0,03
	4	7,97	7,94	8,65	8,68	8,48	8,5	0,03	0,03	0,02
	5	7,94	7,9	8,68	8,7	8,5	8,53	0,04	0,02	0,03
	6	7,9	7,87	8,7	8,73	8,53	8,55	0,03	0,03	0,02
	7	7,87	7,83	8,73	8,76	8,55	8,58	0,04	0,03	0,03
	8	7,83	7,8	8,76	8,79	5,58	8,61	0,03	0,03	0,03
	9	7,8	7,76	8,79	8,82	8,61	8,63	0,06	0,03	0,02
	10	7,76	7,73	8,82	8,85	8,63	8,66	0,03	0,03	0,03

Tabel2 merupakan hasil pengukuran dan pembacaan pemakaian energi sebuah kWh meter digital dan 2 (dua) buah kWh meter analog selama 30 menit tiap percobaan dibebani dengan beban induktif.

Tabel 3. Hasil Kesalahan Pembacaan kWh meter dari Hasil Perhitungan

RumahKe-	PercobaanKe-	KonsumsiEnergi			Perhitungan Manual (KWH)	KesalahanPembacaan (%)		
		Digital	Analog 1	Analog 2		Digital	Analog 1	Analog 2
1	1	0,05	0,05	0,01	0,0522	4,21456	4,21456	80,84291
	2	0,05	0,05	0,01	0,0514	2,72374	2,72374	80,54475
	3	0,06	0,08	0,09	0,0474	26,5823	68,7764	89,87342
	4	0,05	0	0,04	0,0474	5,48523	100	15,61181
	5	0,05	0,05	0,09	0,0503	0,59642	0,59642	78,92644
	6	0,05	0,05	0,05	0,0505	0,9901	0,9901	0,990099
	7	0,06	0,05	0,04	0,0511	17,4168	2,15264	21,72211
	8	0,06	0,1	0,05	0,0504	19,0476	98,4127	0,793651
	9	0,05	0	0,04	0,0512	2,34375	100	21,875
	10	0,05	0,05	0,05	0,0474	5,48523	5,48523	5,485232
2	1	0,06	0,03	-0,01	0,046	30,4348	34,7826	121,7391
	2	0,06	0,04	0,04	0,0464	29,3103	13,7931	13,7931
	3	0,06	0,01	0,05	0,0486	23,4568	79,4239	2,880658
	4	0,06	0,1	0,04	0,0491	22,1996	103,666	18,5336
	5	0,06	0,05	0,05	0,0493	21,7039	1,41988	1,419878
	6	0,07	0,06	0,04	0,0506	38,3399	18,5771	20,94862
	7	0,06	0,03	0,05	0,0501	19,7605	40,1198	0,199601
	8	0,03	0,05	0,05	0,0508	40,9449	1,5748	1,574803
	9	0,1	0,06	0,05	0,0495	102,02	21,2121	1,010101
	10	0,05	0,04	0,05	0,0503	0,59642	20,4771	0,596421
3	1	0,03	0	0	0,0261	14,9425	100	100
	2	0,04	0,02	0,02	0,0253	58,1028	20,9486	20,94862
	3	0,03	0,03	0,03	0,0254	18,1102	18,1102	18,11024
	4	0,03	0,03	0,02	0,025	20	20	20
	5	0,04	0,02	0,03	0,0259	54,4402	22,7799	15,83012
	6	0,03	0,03	0,02	0,0261	14,9425	14,9425	23,37165
	7	0,04	0,03	0,03	0,0258	55,0388	16,2791	16,27907
	8	0,03	0,03	0,03	0,0271	10,7011	10,7011	10,70111
	9	0,06	0,03	0,02	0,0245	144,898	22,449	18,36735
	10	0,03	0,03	0,03	0,0249	20,4819	20,4819	20,48193

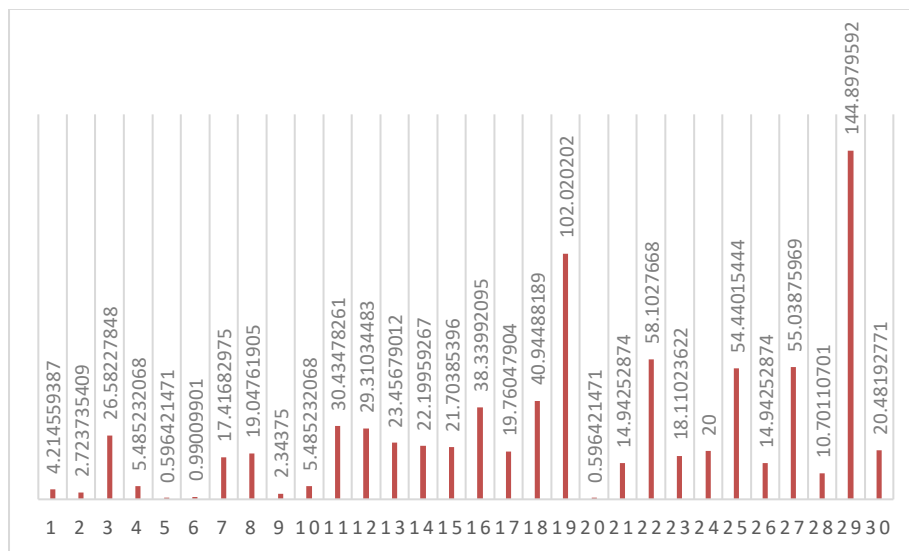
Tabel 3 merupakan tabel kesalahan pembacaan tiap kWh meter hasil dari perhitungan kesalahan pembacaan dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kesalahan pembacaan}(\%) = \left| \frac{\text{konsumsi Energi Pengukuran} - \text{Konsumsi Energi Perhitungan}}{\text{Konsumsi Energi Perhitungan}} \times 100\% \right|$$

Dari tabel kesalahan didapati hasil prosentase kesalahan pembacaan dalam 30 kali percobaan di 3 lokasi percobaan yang berbeda. Didapati kesalahan pembacaan terbesar pada kWh meter digital rumah ke-3 percobaan ke 9 kesalahan pembacaan paling besar 144,89 % . Kesalahan pembacaan lebih dari 50% kWh meter digital sebanyak 5 kali, kWh meter analog 1 sebanyak 7 kali, kWh meter analog 2 sebanyak 6 kali. KWh meter paling sering mengalami kesalahan adalah kWh meter analog 1 dilihat dari grafik rata-rata kesalahan baca. KWh meter digital rumah ke 3 menjadi kWh meter digital terburuk di dapat dari gambar 6 grafik kesalahan baca kWh meter digital.

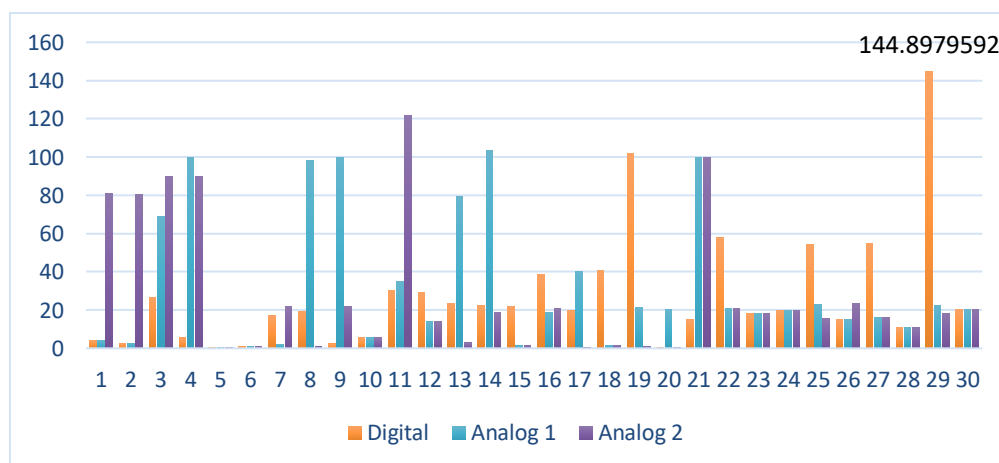
Faktor yang menjadi penyebab kesalahan baca kWh meter hal tersebut dikarenakan kualitas tegangan yang ber ubah-ubah, merk kWh meter yang berbeda-beda yang menyebabkan hasil ketelitian dari tiap kWh meter yang berbeda-beda.

Gambar 3 adalah grafik persentase kesalahan pembacaan kWh meter.



Gambar 3. Grafik Persentase Kesalahan Baca kWh Meter Digital

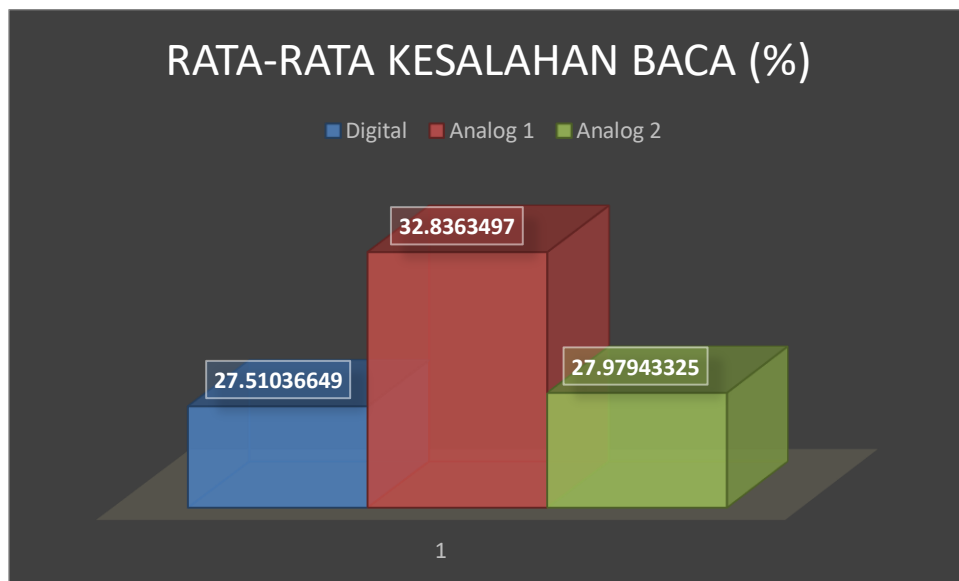
Pada gambar 3 terlihat kWh meter digital sebagai kWh meter yang memiliki kesalahan baca tertinggi yaitu 144,89 % pada rumah ke 3 percobaan ke 9.



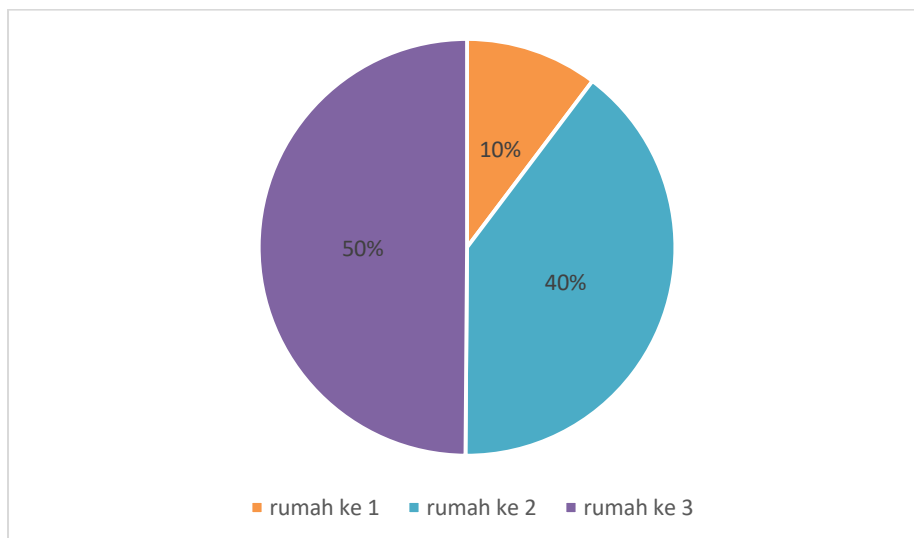
Gambar 4 Grafik Persentase Kesalahan Pembacaan kWh Meter

Rumus rata- rata kesalahan baca sebagai berikut :

$$rata - rata\ kesalahan\ baca\ (\%) = \frac{\sum (kesalahan\ pembacaan)}{n\ (kesalahan\ pembacaan)} \Big|$$



Gambar 5. Grafik prosentase rata-rata kesalahan baca kWh meter (%)



Gambar 6. Grafik prosentase kesalahan baca kWh meter Digital

Dari hasil gambar 6 menunjukkan prosentase kesalahan baca kWh meter digital terbesar pada rumah ke 3 dengan prosentase kesalahan baca 50%. Hal ini menunjukkan di lokasi penelitian rumah ke 3 menggunakan kWh meter digital ketelitian baca yang paling buruk. Hal itu menunjukkan kondisi kWh meter kurang baik, disebabkan karena kondisi cuaca lingkungan yang dapat mempengaruhi kinerja komponen yang digunakan kWh meter digital yang menggunakan mikrokontroler sebagai alat kerjanya dan tegangan sumber yang tidak sesuai dengan tegangan normal yang menyebabkan perbedaan arus.

4. PENUTUP

Dari hasil perhitungan manual, hasil pengukuran, dan perhitungan prosentase kesalahan kWh meter, dapat disimpulkan bahwa kWh meter analog 1 paling besar rata-rata kesalahan bacanya yaitu sebesar 32,86%. Hal itu dipengaruhi oleh merek pabrikan pembuat kWh meter dan tahun pembuatan. Kesalahan pembacaan yang paling tinggi kesalahannya dari penelitian ini adalah kWh meter digital sebesar 144,89 % sebanyak 1 (satu) kali percobaan ke 9 rumah ke 3. Hasil pembacaan jumlah energi yang digunakan dipengaruhi oleh tegangan yang berubah-ubah, faktor daya pada beban induktif dan untuk kWh meter digital dipengaruhi oleh kondisi cuaca lingkungan. Hasil pengujian ketelitian yang paling baik dalam penelitian ini adalah kWh meter digital dilihat dari gambar 6 rata-rata kesalahan baca kWh meter. Penelitian ini termasuk dalam durasi percobaan yang singkat dan jumlah percobaan yang sedikit. Penelitian dapat dikembangkan lagi dengan durasi waktu percobaan yang lebih lama dan jumlah percobaan yang lebih banyak dengan berbagai macam beban.

PERSANTUNAN

Dalam pelaksanaan penyusunan laporan tugas akhir dari penulis bukan semata-mata hasil kerja keras dari penulis sendiri. Namun banyak pihak lain yang membantu dalam penyusunan laporan tugas akhir baik memberikan saran masukan ide dan tenaganya. Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih yang tak terhingga kepada :

- 1) Shalawat serta salam tercurah kepada Allah SWT karena atas karunia dan nikmat-Nya nikmat sehat sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian tugas akhir.
- 2) Kedua orang tua dan saudara yang telah memberikan support penuh kepada penulis baik dukungan do'a, moral maupun materi.
- 3) Kakak tingkat dan teman-teman seperjuangan atas dukungan semangat, doa, kritik saran dan masukan dalam proses pelaksanaan pembuatan tugas akhir.
- 4) Bapak Umar, S.T, M.T sebagai kepala jurusan teknik elektro fakultas teknik universitas muhammadiyah surakarta.
- 5) Bapak Aris Budiman, S.T, M.T. sebagai pembimbing tugas akhir yang selalu memberikan dukungan semangat dan saran sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan tugas akhir.
- 6) Teman-teman organisasi yang memberikan pengalaman dan ilmu tentang manajemen diri dan kekeluargaan.
- 7) Pemilik rumah tempat penelitian mas Cahyo Juli Saputra, ibu Mirna dan Bapak Vina yang telah membekalkan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, T. *Types Of Watt-Hour Meters And Their Working Principles*.
<http://www.elprocus.com/watt-hour-meter-circuit-working-with-microcontroller/>.
- Nagarajan , M, K.V Kandasamy. (2012). *Optimal Power Factor Correction for Inductive Load Using PIC*. Procedia Engineering.
- PT PLN. (2010). *Standar Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik*. PT PLN (Persero), Jakarta.
- Stankovic , .L dkk. (2016). *Measuring the intensity of domestic activities from smart meter data*. Department of electronic and engineering, University of East Anglia.
- Wibisana, B. (2008). *Comparative Analysis Reading Of Analog kWh Meter With Digital kWh Meter In Imbalance Load*. Teknik Elektro, Universitas Indonesia.
- Xiangfu, meng dkk. (2012). *Discussion the Traceability of Quantity Value of Digital Watt-hour Meter*. Electricity and verification center, China.